

**PENGARUH KONSENTRASI *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) DAN WAKTU
PENGADUKAN TERHADAP PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXIGEN DEMAND*
(COD) DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR *LAUNDRY* MENGGUNAKAN METODE
KOAGULASI-FLOKULASI**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh :

ASRI KURNIA PERTIWI

D 500 150 088

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KONSENTRASI *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) DAN
WAKTU PENGADUKAN TERHADAP PENURUNAN KADAR *CHEMICAL
OXIGEN DEMAND* (COD) DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR *LAUNDRY*
MENGUNAKAN METODE KOAGULASI-FLOKULASI**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

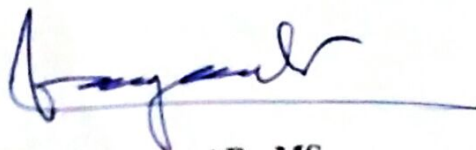
Asri Kurnia Pertiwi

D 500 150 088

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen

Pembimbing



Ir. Haryanto AR., MS

NIP. 196307051990031002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH KONSENTRASI *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) DAN WAKTU PENGADUKAN TERHADAP PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXIGEN DEMAND* (COD) DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR *LAUNDRY* MENGGUNAKAN METODE KOAGULASI-FLOKULASI

OLEH

Asri Kurnia Pertiwi

D 500 150 088

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 12 Februari 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji :

Nama Penguji

- 1. Ir. Haryanto, AR., MS
(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D
(Anggota 1 Dewan Penguji)**
- 3. Dr. Akida Mulyaningtyas S.T., M.Sc
(Anggota II Dewan Penguji)**

Tanda Tangan





Ir. Sri Sunaryono, M.T., Ph.D., IPM

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 16 Mei 2019

Penulis



ASRI KURNIA PERTIWI

D 500 150 088

PENGARUH KONSENTRASI *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) DAN WAKTU PENGADUKAN TERHADAP PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR *LAUNDRY* MENGGUNAKAN METODE KOAGULASI-FLOKULASI

Abstrak

Parameter berbahaya yang terdapat di dalam air limbah *laundry* adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Fosfat. Semakin tinggi kadar COD dan fosfat dalam air menunjukan bahwa pencemaran tersebut juga semakin tinggi. Hasil pengukuran pada limbah deterjen sintesis didapatkan nilai COD sebesar 766,89 mg/L dan fosfat sebesar 3,29 mg/L. Nilai tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dan waktu pengadukan terhadap penurunan kadar COD dan Fosfat pada limbah cair deterjen sintesis dan *laundry* menggunakan metode *jar test* atau metode koagulasi-flokulasi dengan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit dan flokulasi pengadukan pelan 40 rpm dengan variasi waktu 5, 10, 15, 20, 25 menit. Penentuan massa optimum dilakukan dengan cara menambahkan koagulan PAC masing-masing sebanyak 0,25, 0,5, 0,75, 1 dan 1,25 gram dalam 1 liter air limbah deterjen sintesis. Kemudian untuk mengukur kadar COD menggunakan metode refluks tertutup dan fosfat menggunakan metode APHA-2001. Dari variasi massa koagulan dan waktu pengadukan dapat diketahui persen maksimum penurunan COD tertinggi sebesar 92,18% pada massa 1,25 g dan fosfat sebesar 99,23% pada massa 0,75 g dengan waktu yang sama yaitu 15 menit pada limbah deterjen sintesis. Sedangkan pada limbah *laundry* dengan menggunakan massa dan waktu yang sama seperti limbah deterjen sintesis hanya dapat menurunkan kadar COD sebesar 77,19% dan Fosfat 78,13%.

Kata kunci : Air limbah *laundry*, *Chemical Oxygen Demand* (COD), Fosfat, *Poly Aluminium Chloride* (PAC), Koagulasi-Flokulasi

Abstract

Dangerous parameters contained in laundry wastewater are Chemical Oxygen Demand (COD) and Phosphate. The higher levels of COD and phosphate in water, that the higher the toxic. The results of measurements on synthetic detergent waste water obtained that COD and Phosphate were 766.89 mg/L and 3.29 mg/L respectively. This value exceeds the specified quality standard. This study aims to determine the effect of Poly Aluminum Chloride (PAC) concentration and stirring time on decreasing levels of COD and Phosphate and compare the optimum in synthetic detergent and laundry wastewater using Jar-Test method or coagulation-flocculation method with rapid stirring of 100 rpm for 1 minute and gentle stirring flocculation 40 rpm with variations of time 5, 10, 15, 20, 25 minutes. Determination of optimum mass is done by adding PAC coagulant of 0.25, 0.5, 0.75, 1 and 1.25

grams respectively in 1 liter of synthetic detergent waste water and then to measure COD levels using the closed reflux method and phosphate using the APHA-2001 method. From the variation of coagulant mass and time of stirring it can be seen that the maximum percentage of the highest COD reduction was 92.18% at 1.25 g coagulant PAC and phosphate at 99.23% at 0.75 g mass and the optimum time for COD and Phosphate reduction is 15 minutes in syntethic detergent waste water. While the laundry waste water using mass and the same time as detergent waste synthesis can only reduce COD and Phosphate levels to 77.19% and 78.13% respectively.

Key words: Chemical Oxygen Demand (COD), Coagulation-Flocculation, Laundry wastewater, Phosphate, Poly Aluminum Chloride (PAC)

1. PENDAHULUAN

Laundry adalah salah satu usaha atau kegiatan rumah tangga yang menggunakan deterjen sebagai bahan pembantu untuk membersihkan pakaian, karpet dan alat-alat rumah tangga lainnya. Jasa laundry saat ini terus meningkat bersamaan dengan meningkatnya kesibukan di masyarakat (Wetland, 2015)

Air limbah dari industri *laundry* ini memiliki dampak yang berbahaya terhadap kesehatan dan lingkungan karena bahan yang digunakan menggunakan deterjen. Deterjen sendiri memiliki kandungan penyusun yang berbahaya salah satunya surfaktan yang termasuk zat bersifat toksik. Limbah laundry sebelum mengalami pengolahan memiliki tingkat ksisitas yang tinggi dengan LC₅₀ yaitu Lethal Consentracion dosis 50 antara 8-10% (Pratiwi, 2012). Lethal Consentracion dosis 50 adalah dosis tertentu yang menyebabkan kematian 50%, ini artinya limbah tersebut semakin toksik dan semakin berisiko mencemari lingkungan dan biota yang ada di dalamnya (Esmiralda *et al.*, 2012).

Setelah surfaktan, kandungan lain yang penting adalah builder yang berguna untuk meningkatkan efisiensi surfaktan. Builder digunakan untuk melunakkan air sadah dengan cara mengikat mineral-mineral yang terlarut, sehingga surfaktan dapat berfungsi dengan lebih baik.. Senyawa kompleks yang sering digunakan dalam builder adalah natrium sitrat, natrium karbonat, natrium silikat, *flourescent* dan fosfat (Hudori, 2008). Dalam deterjen umumnya jenis builder yang digunakan adalah

builder dalam bentuk *Sodium Tripolifosfat* (STPP) (Tjandraatmadja dan Diaper, 2006).

Dampak dari air limbah *laundry* harus diminimalkan melalui upaya pengendalian pencemaran air. Untuk menyesuaikan baku mutu tersebut, diperlukan upaya pengolahan air limbah yang dilakukan melalui instalasi pengolahan air limbah.

Ada beberapa metode untuk pengolahan limbah cair *laundry*, diantaranya menggunakan *biosand filter* dan *activated carbon* dengan menggunakan mikroba (Utami, 2013), elektokoagulasi, koagulasi dan flokulasi. Namun pada penelitian ini akan dilakukan cara pengolahan untuk menurunkan kadar *COD* dan *Fosfat* dengan menggunakan metode koagulasi-flokulasi.

Koagulasi adalah suatu metode yang mencampurkan koagulan dengan pengadukan secara cepat guna mendistabilisasi koloid dan solid tersuspensi yang halus, dan masa inti partikel, kemudian membentuk mikro flok (Rahimah, dkk. 2016).

Pada penelitian terdahulu, pengolahan limbah cair menggunakan metode koagulasi flokulasi dengan koagulan PAC mampu menurunkan kadar COD sebesar 75% pada limbah deterjen buatan (Rahimah, dkk. 2016).

2. METODE

Pada penelitian ini dilakukan cara pengolahan untuk menurunkan kadar COD dan Fosfat dengan menggunakan metode koagulasi-flokulasi dengan penambahan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Untuk penentuan kadar COD metode yang digunakan adalah reflux tertutup sesuai SNI 6989.2 tahun 2009 dengan mereduksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ secara spektrofotometri pada kisaran nilai COD 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L, contoh uji dioksidasi oleh $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dalam reflux tertutup menghasilkan Cr^{3+} dan jumlah oksigen yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen diukur dengan spektrofotometri sinar tampak. Sedangkan untuk kadar fosfat menggunakan metode APHA-2005 dengan cara asam molibdopospat dibentuk dan direduksi dengan SnCl_2 untuk membentuk warna biru molibdenum yang kemudian akan dibaca oleh spektrofotometer UV-Vis pada Panjang gelombang 690 nm pada kisaran 0,3 mg/L sampai dengan 2 mg/L. Tempat dilaksanakannya penelitian ini di

laboratorium Teknik kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Laboratorium kimia Universitas Sebelas Maret dengan waktu pelaksanaan pada bulan Oktober 2018 – Januari 2019.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kualitas Limbah Detergen Sintesis dan Limbah hasil *Laundry*

Sebelum diberi perlakuan dengan metode koagulasi-flokulasi limbah detergen buatan dan limbah hasil dari *laundry* dianalisis kadar COD dan fosfat terlebih dahulu untuk mengetahui kualitas dari limbah tersebut. Hasil analisis limbah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas awal limbah deterjen sintesis dan hasil *laundry*

Parameter		Satuan	Hasil uji	Baku Mutu Air limbah
Limbah Sintesis	COD	mg/L	766,89	180
	Fosfat	mg/L	3,29	2
Limbah <i>Laundry</i>	COD	mg/L	803,88	180
	Fosfat	mg/L	3,75	2

Berdasarkan Tabel 1, limbah sintesis yaitu limbah buatan dari larutan deterjen dan air memiliki kadar COD dan fosfat yang tinggi yaitu 766,89 mg/L dan 3,29 mg/L. Kadar tersebut melebihi baku mutu yang seharusnya, baku mutu untuk COD adalah 180 mg/L dan fosfat 2 mg/L. Sedangkan untuk limbah *laundry* menghasilkan kadar COD dan fosfat sebesar 803,88 mg/L dan 3,75 mg/L. Nilai kadar tersebut hampir sama dengan kadar limbah sintesis dan masih di atas baku mutu yang seharusnya.

3.2 Uji Kadar COD

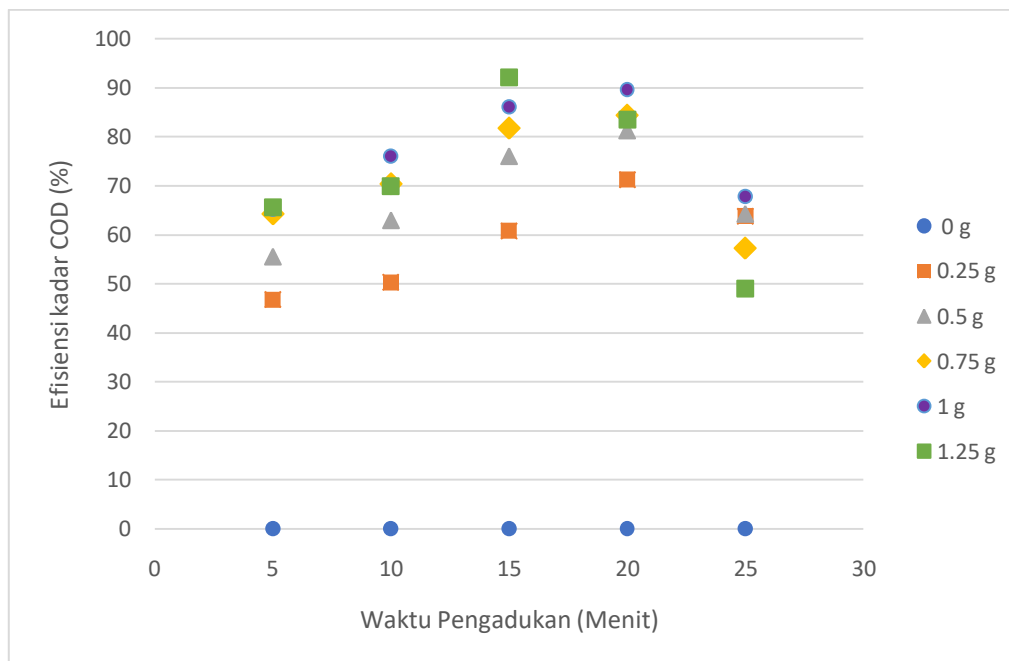
Salah satu parameter kunci untuk mengetahui keefektifan proses koagulasi-flokulasi adalah dengan nilai kadar COD. Setelah dilakukan percobaan koagulasi-flokulasi, menghasilkan perubahan pada nilai kandungan COD. Diketahui nilai awal, sebelum percobaan, dan nilai setelah dilakukannya percobaan koagulasi-flokulasi.

Maka dapat diketahui removal atau penurunan kadar yang dihasilkan. Tabel 2 menyajikan penurunan kadar COD sebelum dan setelah di proses.

Tabel 2. Nilai efisiensi kadar COD

Waktu pengadukan (Menit)	Baku Mutu (mg/L)	Kadar COD Awal (mg/L)	Efisiensi Kadar COD (%)				
			Massa koagulan PAC (gram/L)				
			0,25	0,5	0,75	1	1,25
5	180	766,98	46,80	55,54	64,29	65,16	65,60
10	180	766,98	50,29	62,98	70,41	76,10	69,97
15	180	766,98	60,79	76,10	81,78	86,16	92,18
20	180	766,98	71,29	81,35	84,41	89,66	83,53
25	180	766,98	63,85	64,29	57,29	67,79	48,98

Tabel 2 diatas menunjukan sebelum ditambahkan koagulan, kadar COD masih di atas baku mutu yang tersedia yaitu sebesar 766,98 mg/L. Penurunan kadarnya dapat terlihat setelah ditambahkan koagulan PAC menggunakan proses koagulasi-flokulasi. Koagulasi dengan PAC dapat menurunkan nilai COD karena sebagian besar partikulat yang berada pada air limbah telah terikat dan mengendap bersama dengan koagulan sehingga menurunkan jumlah partikel yang berada pada air limbah. Penurunan COD ini disebabkan flok yang terbentuk oleh ion senyawa organik berkaitan dengan ion koagulan yang bersifat positif. Molekul-molekul pada limbah terbentuk menjadi flok, partikel koloid pada limbah bersifat mengikat partikel atau senyawa lain yang ada pada limbah. Dengan menurunnya jumlah partikel, maka oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik juga menurun, sehingga nilai COD setelah koagulasi juga rendah. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada grafik dibawah ini.



Gambar 1. Pengaruh waktu dan massa PAC terhadap efisiensi kadar COD

Pada Gambar 1, dapat di lihat bahwa efisiensi *removal* COD tertinggi didapatkan sebesar 92,18% pada waktu 15 menit dengan massa koagulan PAC 1,25 gram/L. Nilai efisiensi removal kadar COD mengalami nilai yang *fluktuatif* yaitu mengalami kenaikan dan penurunan kembali. Penurunan nilai *removal* terjadi setelah waktu pengadukan lebih dari 15 menit dengan massa PAC 1,25 gram, hal tersebut dikarenakan massa koagulan mengalami titik jenuh, dimana massa dan waktu pengadukan tersebut tidak dapat lagi menguraikan zat kontaminan yang terkandung dalam limbah deterjen.

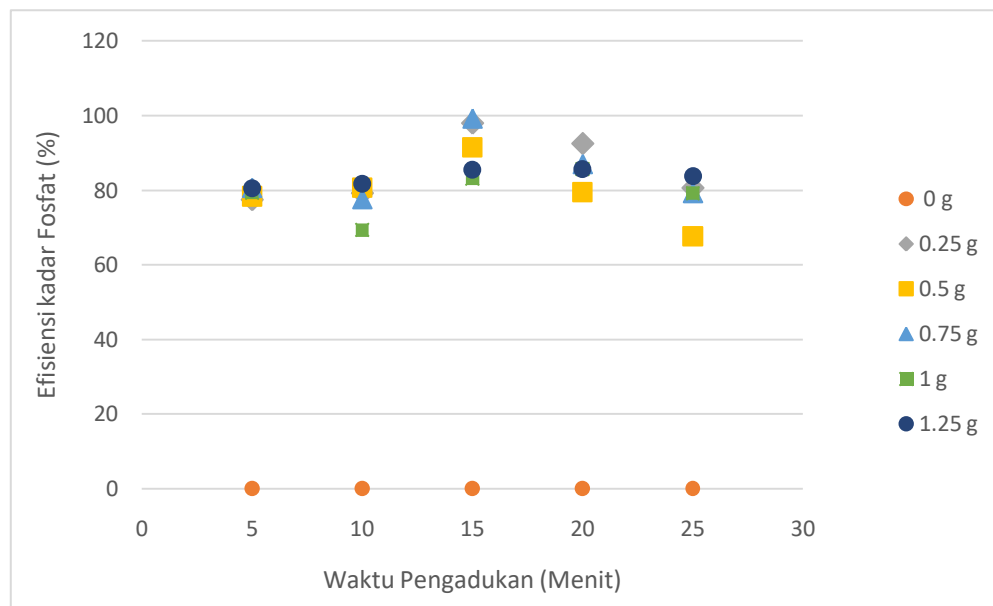
3.3 Uji Kadar Fosfat

Fosfat dalam air limbah dapat berupa fosfat organik, *orthophosphate* anorganik atau sebagai fosfat kompleks. Pengukuran kondisi awal kadar fosfat yaitu sebesar 3,29mg/L. Hal tersebut berada di atas baku mutu peraturan menteri lingkungan hidup no 5 Tahun 2014 yang menjelaskan bahwa kadar maksimum fosfat pada limbah cair *laundry* adalah sebesar 2 mg/L. Hasil pengukuran kadar fosfat setelah dilakukan perlakuan dengan koagulasi-flokulasi dengan koagulan PAC dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai efisiensi Fosfat berdasarkan dosis koagulan PAC dan waktu

Waktu pengadukan (Menit)	Baku Mutu (mg/L)	Kadar Awal Fosfat (mg/L)	Efisiensi Kadar Fosfat (%)				
			Massa koagulan PAC (gram/L)				
			0,25	0,5	0,75	1	1,25
5	2	3,29	77,45	78,38	80,60	79,31	80,60
10	2	3,29	79,20	80,71	77,57	69,3	81,65
15	2	3,29	97,95	91,43	99,23	83,16	85,49
20	2	3,29	92,48	79,55	87,00	85,72	85,61
25	2	3,29	80,60	67,67	79,2	79,20	83,86

Pada Tabel 3, didapatkan nilai kadar fosfat yang telah di hitung sesuai dengan perlakuannya. Pada penelitian ini menggunakan variasi massa koagulan 0,25, 0,5, 0,75, 1 dan 1,25 gram serta variasi waktu yakni 5, 10, 15, 20 dan 25 menit. Pemilihan variasi tersebut untuk mengetahui massa dan waktu optimum yang baik untuk menurunkan kadar fosfat. Hasil removal kadar fosfat sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 2. Pengaruh waktu dan massa PAC terhadap efisiensi kadar Fosfat

Pada Gambar 2, terlihat bahwa proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan PAC mampu meremoval kadar fosfat dengan *range* 67,67% - 99,23%, dengan persentase efektifitas terbesar dihasilkan pada waktu pengadukan pelan 15 menit dan massa koagulan PAC 0,75 gram, yaitu 99,23%.

Pada waktu 20 dan 25 menit dengan dosis koagulan PAC 0,5 gram, terjadi penurunan efisiensi kadar fosfat yang lebih besar dibandingkan pada waktu lainnya. Hal ini dianalisis karena pada waktu pengadukan 20 dan 25 menit inilah flok-flok organik pecah dengan hebatnya, sehingga kemungkinan hampir seluruh flok organik terurai kembali menjadi partikel organik tunggal. Sehingga walaupun waktu dan massa koagulan di tambahkan tidak akan terlalu mempengaruhi penurunan kadar atau persentase efektifitas koagulasi.

3.4 Uji COD dan Fosfat pada Limbah Hasil *Laundry*

Setelah di dapatkan waktu dan massa koagulan yang paling efektif untuk menurunkan kadar COD dan fosfat pada limbah sintesis, kemudian waktu dan massa koagulan tersebut di terapkan pada proses treatment penentuan kadar COD dan fosfat pada limbah *laundry*. Hasilnya seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Nilai COD dan Fosfat pada limbah hasil *laundry*

Parameter	Waktu Pengadukan (Menit)	Dosis Koagulan (gram)	<i>Pre-</i> Treatment	<i>Post-</i> Treatment	Efisiensi (%)
COD (mg/L)	15	1,25	803,88	183,33	77,19
Fosfat (mg/L)	15	0,75	3,75	0,82	78,13

Didapatkan efisiensi removal kadar COD dan fosfat sebesar 77,19% dan 78,13%. Hasil tersebut lebih kecil dibandingkan nilai removal pada limbah sintesis yaitu 92,18% untuk COD dan 99,23% untuk fosfat. Perbedaan hal tersebut

dikarenakan pada limbah laundry sudah banyak campuran partikel lain dari baju dan faktor lainnya yang menyebabkan nilai *removal* lebih kecil dari limbah sintesis.

4. PENUTUP

Metode koagulasi flokulasi dengan koagulan PAC mampu *meremoval* kadar COD sampai dengan *range* 46,80%-90,18 % sedangkan kadar fosfat turun dengan *range* 69,30%-99,23% pada limbah sintesis. Pada limbah cair *laundry*, setelah perlakuan didapatkan hasil *removal* untuk kadar COD sebesar 77,19% dan hasil *removal* kadar fosfat sebesar 78,13%.

Dosis koagulan PAC dan waktu pengadukan yang efektif dalam menurunkan kadar COD air limbah deterjen sintesis pada penelitian ini adalah 1,25 gram dalam 15 menit dengan penurunan sebesar 90,18% karena pada waktu dan massa tersebut menyebabkan pembentukan flok yang sempurna sehingga partikel mudah untuk dipisahkan. Dosis koagulan PAC dan waktu pengadukan yang efektif dalam menurunkan kadar fosfat air limbah deterjen sintesis pada penelitian ini adalah 0,75 gram dalam 15 menit dengan penurunan sebesar 99,23% karena pada waktu dan massa tersebut menyebabkan pembentukan flok yang sempurna sehingga partikel mudah untuk dipisahkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Esmiralda, Zulkarnaini, Rahmadona. (2012). Pengaruh COD dan Surfaktan dalam Limbah Cair Laundry Terhadap Nilai LC_{50} . *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9(1), 110–114.
- Hudori. (2008). Pengolahan Air Limbah *Laundry*. Program Studi Teknologi Pengolahan Air dan Limbah INS.
- Pratiwi, Y. S. S. W. F. W. (2012). Uji toksisitas limbah cair, (November), 298–306.
- Rahimah Rizki, heliyanurheldawati, isna syauqiah. (2016). Pengolahan limbah deterjen dengan metode koagulasi - flokulasi menggunakan koagulan kapur dan pac, 5(2), 13–19.

- Tjandraatmadja, G., & Diaper, C. (2006). Water for a Healthy Country Sources of critical contaminants in domestic wastewater Water for a Healthy Country Sources of critical contaminants in domestic wastewater.
- Utami, A. R. (2013). Pengolahan Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Biosand Filter dan Activated Carbon. *Jurnal Teknik Sipil UNTAN*, 13(1), 59–72.
- Wetland, C. Model, E., Pengolahan, Kegiatan, L., Di, L., & Badung, K. (2015). Vertical Constructed Wetland dalam Mengolah Air, X(X).